



JURNAL FORUM MEKANIKA

Volume 5 - Nomor 2

November 2016

ISSN : 2356-1491

TINJAUAN KEKUATAN RANTING BAMBU ORI SEBAGAI KONEKTOR PADA SAMBUNGAN STRUKTUR KUDA-KUDA BAMBU
DESI PUTRI; ASTUTI MASDAR

PERBAIKAN TANAH PADA TANAH *GRANULAR* DENGAN *VIBROCOMPACTION*
DYAH PRATIWI KUSUMASTUTI

PERENCANAAN PENGELOLAAN DAS TERPADU DALAM MENGATASI KETIDAKSEIMBANGAN KEBUTUHAN AIR BERSIH DAN PERMASALAHAN BANJIR (KAJIAN DAERAH ALIRAN SUNGAI CISADANE)
ENDAH LESTARI, RANTI HIDAYAWANTI

PENGGUNAAN LIMBAH KERAMIK DAN SERBUK KACA SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH RAWA
IRMA SEPRIYANNA; FITRI KHAIRANI

STUDI ALTERNATIF BAHAN KONSTRUKSI RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK KEMASAN AIR MINERAL PADA CAMPURAN BETON
INDAH HANDAYASARI; SYARIF HIDAYAT

ANALISA PENGARUH LAMPU JALAN TERHADAP INDEKS TINGKAT PELAYANAN JALAN DENGAN PERBANDINGAN METODE *GREENSHIELD* DAN METODE *GREENBERG*
MUKHLIS; REVIANTY NURMEYLIANDARI

PEMANFAATAN SUMBER DAYA ALAM DENGAN MENGGUNAKAN BATANG ROTAN SEBAGAI PENGGANTI TULANGAN BETON
IRMA WIRANTINA K.

ANALISA FAKTOR PENYEBAB KECELAKAAN LALU LINTAS SEBAGAI ACUAN PERENCANAAN JALAN UNTUK MENINGKATKAN KESELAMATAN
GITA PUSPA ARTIANI



9 772356 149009

SEKOLAH TINGGI TEKNIK – PLN (STT-PLN)

JURNAL FORUM MEKANIKA

VOL. 5 NO. 2

HAL. 1 - 72

JAKARTA, NOV.2016

ISSN : 2356-1491

PERBAIKAN TANAH PADA TANAH GRANULAR DENGAN *VIBROCOMPACTION*

DYAH PRATIWI KUSUMASTUTI

Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik – PLN

Email : dy_pratiwi@ymail.com

Abstrak

Kebutuhan lahan di kota-kota besar seperti Jakarta terus meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan dalam pembangunan infrastruktur. Tak jarang pembangunan dan pemanfaatan lahan tersebut harus dilakukan diatas tanah yang kurang memenuhi persyaratan seperti diatas tanah yang kurang stabil apabila ada getaran atau gempa seperti tanah granular. Metode pemadatan umumnya lebih dipilih dalam perbaikan tanah granular karena metode ini cocok digunakan pada lapisan tanah tak berkohesi yang tidak cukup padat. Perbaikan tanah dilakukan terhadap tanah yang memiliki karakteristik teknis cukup rendah menjadi material yang layak digunakan sebagai material konstruksi. Manfaat menggunakan teknik vibro compaction, antara lain menambah berat volume tanah, mengurangi penurunan pondasi dan mengurangi dampak liquifaksi.

Kata kunci: Tanah granular, Metode Pemadatan, Vibro compaction

Abstract

Land requirements in big cities like Jakarta continues to increase with the growth in infrastructure development. Often the development and utilization of such land should be carried out on land that does not in accordance with the requirements. For example construction on the ground that is less stable during vibration or earthquake as granular soils. Compaction method is generally preferred in granular soil improvement because the method is suitable for use in soil layers not berkohesi that is not solid enough. Land improvements made to the land that has a fairly low technical characteristics become viable material used as a construction material. Benefits of using the technique of vibro compaction, among other things increase the weight of the volume of soil, reducing the decline foundation and reduce the impact of liquefaction.

Keywords: Granular soil, compaction method, Vibro compaction

I. Pendahuluan

Kebutuhan lahan di kota-kota besar seperti Jakarta terus meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan dalam pembangunan infrastruktur. Kebutuhan lahan yang meningkat juga diiringi dengan kenaikan harga tanah yang cukup tinggi terutama pada wilayah kota yang strategis, hal ini yang mendorong pemilik lahan untuk memanfaatkan lahan semaksimal mungkin.

Tak jarang pembangunan dan pemanfaatan lahan tersebut harus dilakukan diatas tanah yang kurang memenuhi persyaratan, antara lain diatas tanah lunak, diatas tanah baru yang berasal dari mengurug laut, dan diatas tanah yang kurang stabil apabila ada getaran atau gempa seperti tanah granular (Mochtar, 2000). Tanah granular memiliki kompresibilitas atau kekuatan yang tidak cukup baik, sehingga perlu adanya perbaikan tanah yang tepat.

Metode pemadatan umumnya lebih dipilih dalam perbaikan tanah granular karena metode ini

cocok digunakan pada lapisan tanah tak berkohesi yang tidak cukup padat. Teknik pemadatan meliputi beberapa cara, antara lain *vibro compaction*, ledakan dan penumbukan berat (*heavy tamping*). Pada tulisan ini akan lebih dijelaskan mengenai pemadatan dengan teknik *vibro compaction*.

II. Perbaikan Tanah

Perbaikan tanah adalah upaya-upaya yang dilakukan terhadap tanah yang memiliki karakteristik teknis cukup rendah menjadi material yang layak digunakan sebagai material konstruksi (karakteristik teknis yang baik). Perbaikan tanah berfungsi untuk (Rodriguez, 2010):

- Mengurangi penurunan pondasi
- Meningkatkan daya dukung
- Mengurangi potensi terjadinya liquifaksi
- Mencegah penyebaran pengaruh gempa bumi secara lateral

Tujuan dari adanya perbaikan tanah antara lain meningkatkan kekuatan tanah, mengontrol

kembang susut tanah, mengontrol permeabilitas dan mereduksi tekanan air pori serta mencegah perubahan fisik dan kimia yang berkaitan dengan perubahan kondisi lingkungan. Tetapi menurut Gambin dalam Gouw (1991), perbaikan tanah di daerah rawan gempa merupakan hal penting karena tujuannya bukan untuk meningkatkan daya dukung dan mengurangi settlement tetapi juga untuk mengurangi potensi likuifaksi yang dapat menyebabkan kerusakan pada saat terjadi gempa.

Vibro Compaction

Vibro compaction dikenal juga sebagai *vibroflotation* adalah teknik pemadatan dengan menggunakan alat penggetar. Teknik ini efektif apabila digunakan pada tanah yang dominan pasir atau tanah berbutir kasar dengan jumlah butiran yang lolos ayakan no 200 atau diameter butiran kurang dari 0,06 mm kurang dari 10% (Mitchell, 1982 dalam Massarch, 2005).

Menurut Gouw (1991), *vibro compaction* merupakan proses pemadatan tanah dalam, baik di atas maupun di bawah permukaan air tanah. Tujuannya sendiri adalah untuk memperbaiki kondisi tanah bawah yang jelek sehingga struktur atau konstruksi yang direncanakan dapat dibangun langsung di atas tanah yang diperbaiki.

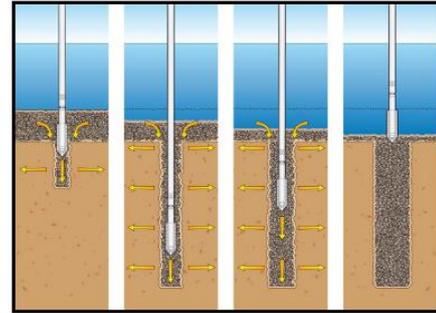
Manfaat lain penggunaan teknik *vibro compaction*, yaitu (Anonim, *Ground Improvement Techniques*):

- Menambah berat volume tanah dalam kondisi lembab maupun jenuh dan meningkatkan sudut geser dalam, sehingga daya dukungnya bertambah.
- Penurunan pondasi berkurang karena meningkatnya modulus kompresibilitas, yang dihasilkan dari pra-tegangang sebelum pembebanan.
- Daya tahan terhadap likuifaksi bertambah ketika angka pori berkurang dan *confining pressure* bertambah.

Terdapat empat dasar sistem pada *vibro compaction* (Rodriguez, 2010), yaitu:

1. Metode *Wet Top-Feed* atau *Blanket Feed*

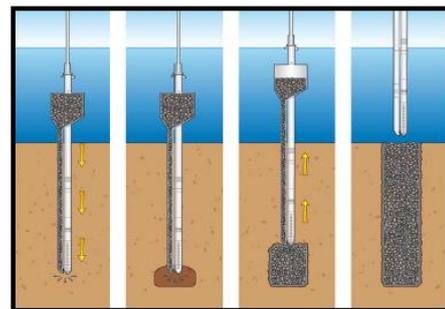
Metode *Wet Top-Feed* dapat digunakan untuk perbaikan pada tanah lunak dibawah muka air dimana diameter kolom yang digunakan cukup besar. Lapisan material granular diendapkan diatas lapisan dasar laut, kemudian *vibroflot* diturunkan melalui lapisan dan penetrasi diberikan dengan bantuan siraman air seperti ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Metode *Wet Top-Feed*

2. Metode *Wet Bottom-Feed (Aquaster System)*

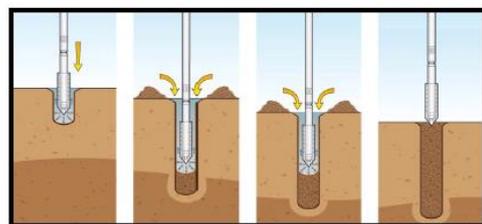
Metode *Wet Bottom-Feed* mengkombinasikan manfaat dari meningkatnya tanah yang sangat lemah yang berada dibawah muka air dengan semua manfaat-manfaat tambahan dari teknik konstruksi asli dan *water-flush* dengan menambah kemampuan gelombang *dry bottom-feed* untuk diameter kolom yang besar (Moseley, 1993 dalam Rodriguez, 2010).



Gambar 2. Metode *Wet Bottom-Feed*

3. *Vibro compaction* kelautan

Gelombang kejut menyebabkan pasir-pasir yang tidak padat bergerak seperti cairan (likuifaksi) dimana tanah tersebar dengan cepat dan daya dukungnya sangat berkurang.



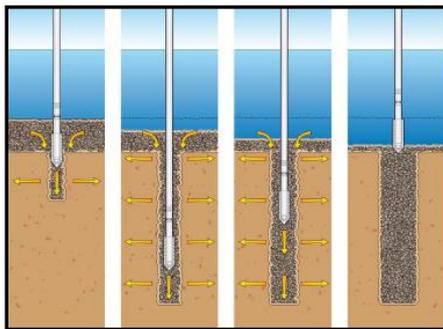
Gambar 3. *Vibro compaction* Kelautan

Perbaikan tanah dengan getaran dapat mengurangi likuifaksi dengan meningkatkan kepadatan tanah dan memadatkan pasir lepas dan material berbutir lainnya. *Vibro compaction* sangat efektif untuk memadatkan pasir (Gambar 4) dan metode ini sangat efektif untuk proyek reklamasi dan mengurangi resiko likuifaksi akibat aktivitas kegempaan.



Gambar 4. Pemasangan pada Pasir

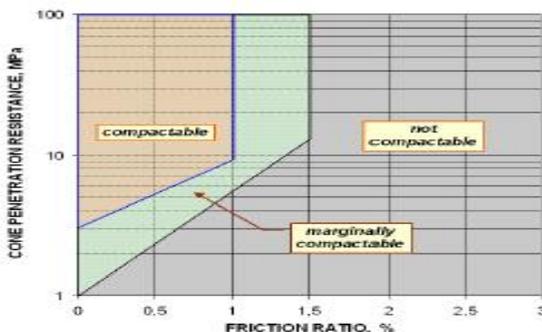
4. Metode Keruk Parit (*Dredged Trench Method*)
 Untuk konstruksi dilaut yang membutuhkan daya dukung yang besar dapat memasang *stone column* pada tanah yang dikeruk. Sebuah parit dikeruk dari dasar laut untuk membuang tanah lunak dan pasir sebelum diisi atau diganti dengan batu pecah, seperti ditunjukkan Gambar 5.



Gambar 5. Metode Parit Keruk

Kepadatan Tanah

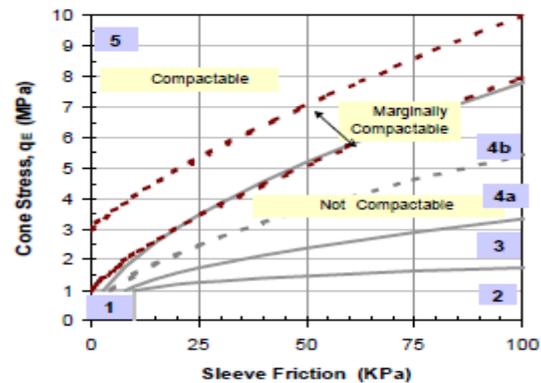
Pemadatan dipengaruhi oleh lapisan tanah yang mungkin tidak terlihat pada penyelidikan atau pemeriksaan benda uji tanah yang terbatas. Oleh karena itu sebaiknya dalam menilai kepadatan tanah dengan menggunakan uji *cone penetration* (CPT). Berdasarkan nilai CPT dapat diketahui besarnya kekuatan tanah dan lapisan tanah lebih terperinci.



Gambar 6. Klasifikasi Tanah Untuk Kepadatan Berdasarkan Nilai CPT (Massarsch, 1991 dalam Massarsch 2005)

Massarsch (1991) (Gambar 6) dan Eslami dkk (1997,2000) (Gambar 7) bersama-sama memberikan klasifikasi tanah berdasarkan nilai tekanan *cone* dan *friction*, tetapi Massarsch (1991) mengasumsikan kondisi tanah yang seragam sedangkan Eslami (1997, 2000) memberikan batasan-batasan jenis tanah sesuai nomor area pada Gambar 7, sebagai berikut:

- 1 = lempung sangat lunak atau tanah sensitif
- 2 = lempung atau lanau
- 3 = lanau kelempungan atau lempung kelanauan
- 4a = pasir halus atau pasir kelanauan
- 4b = lanau kepasiran dan lanau
- 5 = pasir sampai kerikil kepasiran

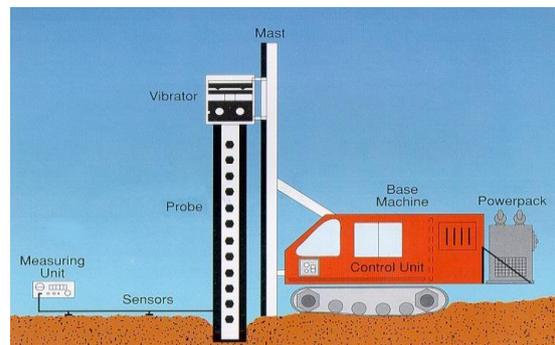


Gambar 7. Klasifikasi Tanah untuk Pemadatan Berdasarkan Batasan Eslami-Fellenius (Massarsch, 2005)

III. Metode Pemadatan (*Vibro Compaction*)

Proses pemadatan dengan teknik *vibrocompaction* terdiri dari tiga unsur, yaitu:

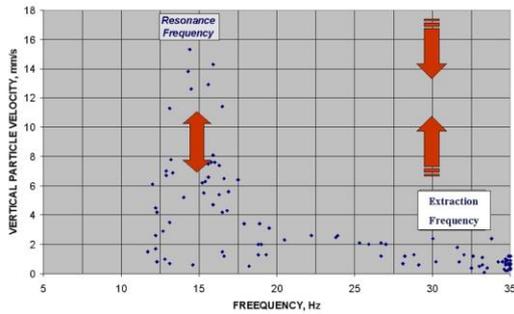
1. Peralatan pemadatan meliputi pemeriksaan pemadatan, vibrator dan *powerpack*, dasar mesin.



Gambar 8. Elemen Utama dari Peralatan Pemadatan

2. Proses pemadatan meliputi titik dan jarak pemadatan, frekuensi getaran dan cara penempatan alat. Frekuensi getaran merupakan parameter yang penting dalam proses pemadatan tanah. Frekuensi getaran dipengaruhi beberapa faktor

seperti berat vibrator, panjang dan ukuran alat pemadatan serta kecepatan gelombang geser tanah. Massarsch (1995 dalam Massarsch, 2005), frekuensi resonansi akan meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan gelombang geser, yang mencerminkan perubahan kekakuan dan kekuatan tanah.



Gambar 9. Kecepatan Getaran Tanah pada saat Penetrasi Alat dan Pemadatan yang Diukur dengan Jarak 4m dari Alat Pemadatan.

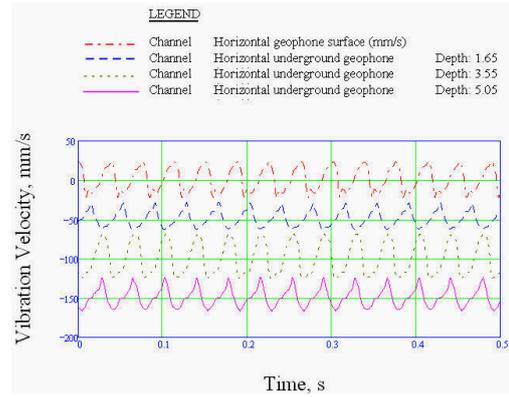
3. Proses kontrol dan pemantauan
Kontrol dan pemantauan pada saat proses pemadatan maupun setelah pemadatan harus dilakukan agar kepadatan yang didapatkan sesuai dengan rencana.

Mekanisme Pemadatan Di Pasir

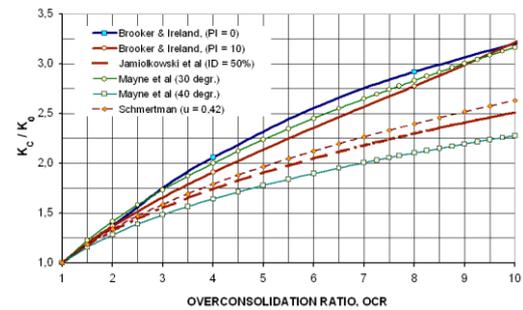
Untuk memahami proses pemadatan perlu mempertimbangkan perilaku regangan tegangan pada tanah berbutir.

1. Transfer Energi Dari Alat Pemadatan Ke Tanah
Kekuatan vibrator pemadatan sekitar 1000 kN-4000kN. Untuk mendapatkan kepadatan tanah yang optimal, proses pemadatan sangat penting karena terjadinya transfer energi di sepanjang poros dan dasar alat pemadatan. Transfer energi paling efektif terjadi ketika alat pemadatan bekerja pada saat frekuensi resonansi, jika alat pemadatan tidak bekerja dan getaran yang diberikan tidak dengan beban penuh maka kepadatan akan berkurang.
2. Getaran Horizontal Tanah
Getaran horizontal disebabkan oleh gesekan antara alat pemadatan dengan tanah, dan menghasilkan tegangan horizontal. Tegangan horizontal menimbulkan gelombang kompresi horizontal yang meningkatkan tekanan tanah lateral. Seperti Gambar 10 yang menunjukkan hasil pengukuran getaran selama pemadatan getaran dengan menggunakan sistem pemadatan resonansi, Krogh dan Lindgren (1997).

3. Efek *Overconsolidated*
Peningkatan sudut geser efektif akibat pemadatan berkisar antara 30°-36° dan rasio *overconsolidated* berkisar 2,5-4. Hubungan rasio *overconsolidated* dengan rasio tekanan tanah ditunjukkan pada Gambar 11.

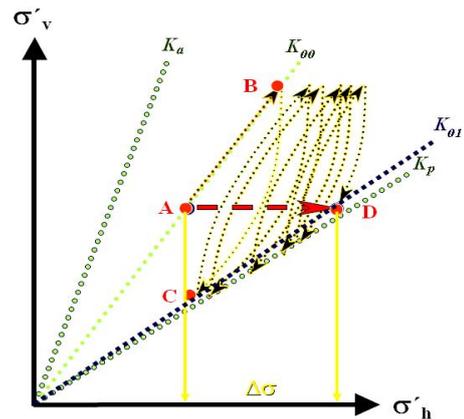


Gambar 10. Pengukuran Amplitudo Getaran Horizontal selama Pemadatan Resonansi (Krogh & Lindgren, 1997)



Gambar 11. Hubungan Antara Rasio Overconsolidated dan Rasio Koefisien Tekanan Tanah Untuk Pasir *Oversconsolidated* dan *Normally Consolidated* (Fellenius dan Massarsch, 2001)

4. Perubahan Kondisi Tegangan



Gambar 12. Garis Tegangan Tanah disekitar Alat Pemadatan Selama Urutan Pemadatan; Sebelum (A), selama Pemadatan Pertama (B,C,D dan E) dan selama Pemadatan Kedua (E,F, G) (Fellenius dan Massarsch, 2001)

Gambar 12 menggambarkan faktor penting dalam pemadatan dengan getaran (*vibro compaction*). Perubahan kondisi tegangan dari

normally consolidated sampai *overconsolidated* dipengaruhi beberapa faktor seperti metode pemadatan, perubahan tegangan sebelum sampai setelah pemadatan dan perubahan kekuatan dan sifat-sifat dari tanah.

Kesimpulan

1. Metode perbaikan yang cocok untuk tanah berbutir atau tanah tak berkoheesi adalah metode pemadatan.
2. Manfaat metode pemadatan dengan teknik *vibrocompaction*, yaitu:
 - Menambah berat volume tanah dalam kondisi lembab maupun jenuh dan meningkatkan sudut geser dalam, sehingga daya dukungnya bertambah.
 - Penurunan pondasi berkurang karena meningkatnya modulus kompresibilitas, yang dihasilkan dari pra-tegangang sebelum pembebanan.
 - Daya tahan terhadap liquifaksi bertambah ketika angka pori berkurang dan *confining pressure* bertambah.
3. Metode pemadatan ini umumnya dilaksanakan pada tanah untuk mengurug dasar laut (reklamasi).

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, D. dan Ivan Paulmichl. (2000). Rapid Impact Compactor-An Innovative Dynamic Compaction Device for Soil Improvement. Improvement of Soil Properties, Bratislava. 183-193.
- Anonim. Ground Improvement Techniques.
- Kosho, A. (2000). Ground Improvement Using The Vibro-Stone Column Technique.
- Liong, Gouw Tjie, 1991, *Dinding Diafragma Untuk Ekskavasi Besmen*, Majalah Konstruksi No 164.
- Massarsch, K.R. Effects of Vibratory Compaction.
- Massarsch, K.R. dan Bengt H. Fellenius. (2005). Deep Vibratory Compaction of Granular Soils. Ground Improvement-Case Histories Ch. 19. Elsevier publisher. 633-658.
- Mochtar, Indrasurya B. (2000). Teknologi Perbaikan Tanah Masa Kini.
- Rodriguez, J.M. (2010). Vibro-Techniques for Ground Improvement. Argentine Congress of Port Engineering VIth.